Aus dem Anatomischen Institut der Universität Würzburg

Lehrstuhl: Professor Dr. med. J. Lang

BEITRÄGE ZUR STRUKTUR UND FUNKTION DER MUSCULI SUBOCCIPITALES

Inaugural-Dissertation

verfaßt und der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

zur

Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Uwe Weth

aus Schweinfurt

Würzburg, den 20. November 1979

1980

Aus dem Anatomischen Institut der Universität Würzburg

Lehrstuhl: Professor Dr. med. J. Lang

BEITRÄGE ZUR STRUKTUR UND FUNKTION DER MUSCULI SUBOCCIPITALES

Inaugural-Dissertation

verfaßt und der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

zur

Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Uwe Weth

aus Schweinfurt

Würzburg, den 20. November 1979

Referent:	Professor Dr. med. J. Lang
Korreferent:	Professor Dr. med. K.-A. Bushe
Dekan:	Professor Dr. med. K.-H. Wulf

Tag der mündlichen Prüfung: 6. Februar 1980

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Universität Würzburg

INHALTSVERZEICHNIS

			Seite
A.	Einleitung		1
B.	Material und Methode		2
C.	Mm. suboccipitales, Übersicht		6
D.	Befunde		11
	I. 1.	Werte zur Längenmessung,	11
		a) der geraden kurzen Nackenmuskeln	11
		b) der schrägen kurzen Nackenmuskeln	14
	2.	Werte zur Breitenmessung	17
	3.	Werte zur Querschnittsmessung (mögliche Kraftentfaltung),	29
		a) der geraden kurzen Nackenmuskeln	29
		b) der schrägen kurzen Nackenmuskeln	35
	4.	Werte zur optischen Winkelmessung	39
		a) Projektion (und Bestimmung) der Winkel in die Frontalebene, gemessen zur DH	39
		b) Projektion (und Bestimmung) der Winkel in die Sagittalebene, gemessen zur DH	43
	II.	Mm. suboccipitales: Ansatzfläche und Ursprungsfläche	45
E.	I.	Wirkungsweise der suboccipitalen Muskulatur	49
	II. 1.	Mm. suboccipitales (Dorsalflexion)	54
	2.	Mm. suboccipitales (Lateralflexion)	55
	3.	Mm. suboccipitales (Rotation)	56
F.	Diskussion		57
G.	Zusammenfassung		62
H.	Literaturverzeichnis		67

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543521_0013

A. EINLEITUNG

In den meisten topographischen Lehrbüchern fehlen Befunde über praktisch-ärztliche wichtige Längen-, Breiten-, Winkel- und Kräftebestimmungen der suboccipitalen Muskulatur. Neuerdings ordnen die Nomina Anatomica 1977 allerdings auch die Mm. rectus capitis anterior, -lateralis, splenius capitis und longus capitis dieser Gruppe bei.

Hier werden jedoch nur Befunde für die Mm. rectus capitis posterior major et minor sowie für die Mm. obliquus capitis superior et inferior erhoben.

In der Literatur liegen nur Untersuchungen rein deskriptiver Art über Verlaufsrichtung und Wirkungsweise vor, wie bei MEYER (1873), FICK (1911), MOLLIER (1929), KNESE (1947) SCHUMACHER, WOLFF (1966).

Ziel der vorliegenden Untersuchungen ist es, mit bereits bekannten und neuen Verfahren Längen-, Breiten-, Querschnitts-, Kräfte- und Winkelbestimmungen durchzuführen, und damit neue Befunde zur Struktur und Wirkungsweise der suboccipitalen Muskulatur vorzulegen.

B. MATERIAL UND METHODE

Zur Untersuchung gelangten 20 Kopfpräparate des Anatomischen Instituts der Universität Würzburg. Das Material umfaßte ausschließlich Erwachsene im Alter von 30 - 82 Jahren. Dabei betrug der Anteil der Leichen weiblichen Geschlechtes 20 % (4), der des männlichen Geschlechtes 80 % (16). Jedoch erreichten die Untersuchungsreihen nicht immer den Idealwert von 20 Einzelmessungen.

Die Köpfe wurden in einem Kraniophor auf die Frankfurter Horizontale (DH) eingestellt. Als weitere Meßgeräte dienten eine Präzisionsschieblehre mit Nonius auf Zentelmillimeter, ein gut biegsames PVC-Band von 0,5 cm Breite, ferner ein Winkelmesser (zur optischen Winkelmessung).

Die Längenmessung erfolgte in situ; die Breitenmessung am Ursprung, Ansatz und Muskelmitte wurde erst nach Abpräparation aller Mm. suboccipitales durchgeführt. Der Umfangs- und Querschnittsmessung lag die "Methode der Muskelquerschnittsmessung" von H. LIPPERT 1958 zugrunde. In der Literatur sind die verschiedensten Methoden zur Querschnittsmessung angegeben: BUCHNER, 1877; WEBER, 1881; GROHMANN, 1902; FICK, 1910; ROSCHDESTWENSKY, 1913; v. LANZ u. HENNIG, 1953; LIPPERT, 1959.

Winkelmessungen wurden auf optischem Wege mit einem von mir konstruierten, in einen Diaprojektor eingebauten Winkelmesser, vorgenommen. Ich verwendete 2 Plexiglasscheiben von 8 cm Durchmesser und 0,5 mm Dicke, die mit einem sehr feinen Stahlstift in ihrem Zentrum fixiert waren, daß sie sich gegeneinander verschieben ließen. In die eine Scheibe wurde eine Gerade durch das Zentrum hindurch eingraviert. Die Zweite wurde in 180 Grade eingeteilt (1 Teilstrich = 5 Grad).

Der Projektor wurde in dieselbe Höhenlage, in einem Abstand von 1 m, wie der Präparatmittelpunkt gebracht. Die Winkel wurden auf eine um das Kraniophor errichtete weiße Platte projiziert und bestimmt. Bei Standortwechsel des Projektors in einem Toleranzbereich von 10 cm in transversaler und anterior-posteriorer Richtung konnte, wie Versuchsmessungen ergaben, der Parallaxenfehler vernachlässigt werden.

Mittels eines elektronischen Rechenautomaten wurden die gewonnenen Ergebnisse nach folgenden statistischen Methoden ausgewertet.

Um zwischen den Mittelwerten der rechten und linken Seite signifikante Unterschiede feststellen zu können, wurde zuerst der t-Test (t- statistic for means of two samples) durchgeführt (= Gegenüberstellung der arithmetischen Mittelwerte beider Seiten). Aus dem t-Wert ergibt sich die Irrtumswahrscheinlichkeit p_m. Ist der p_m-Wert = 0 (= Signifikanz = 0 %), so besteht kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Seiten.

Da jedoch bei einer Gegenüberstellung allein der Mittelwerte viele Besonderheiten einer Versuchsreihe verlorengehen, ist weiterhin eine Überprüfung der Differenzen (Signifikanz) zwischen paarweise geordneten Gruppen erforderlich (Paired observation t-test).

$$\bar{D} = \frac{\Sigma d}{n} \quad \text{(mean difference)}$$

$$S_D = \sqrt{\frac{D^2 - \frac{(\Sigma D)^2}{n}}{n-1}} \quad \text{(standard deviation of differences)}$$

$$S_{\bar{D}} = \frac{S_D}{\sqrt{n}} \quad \text{(standard error of differences)}$$

$$t = \text{paired test statistic} = \frac{\bar{D}}{S_{\bar{D}}}$$

$$DF = \text{(degrees of freedom)} = n - 1$$

sample	x_i	y_i
1	x_1	y_1
2	x_2	y_2
3	x_3	y_3
.	.	.
.	.	.
.	.	.
n	x_n	y_n

this programm determines the statistic associated with the differences, D defined by $D_i = x_i - y_i$.

Die sich hieraus ableitende Irrtumswahrscheinlichkeit p_p beruht somit auf der Summe der Rechts-links-Vergleiche der einzelnen Objekte einer Meßreihe.

Schließlich wurde der Variabilitätskoeffizient der einzelnen Seiten nach der Formel

$$V = \frac{100 \times o}{\text{Mittelwert}}$$ errechnet,

und die Variabilitätskoeffizienten beider Seiten anschließend einander gegenübergestellt.

C. MM. SUBOCCIPITALES, ÜBERSICHT

Im kranialsten Bereich bilden die Mm. suboccipitales die tiefe Nackenmuskulatur.

Zwischen Squama occipitalis und den beiden obersten Halswirbeln, Atlas und Axis, spannen sich die Mm. suboccipitales aus. Von den paarig angelegten Muskeln setzen jeweils 4 links und rechts der Crista occipitalis externa Zone an. Sie entspringen am Tuberculum posterius atlantis und dem Dornfortsatz des Axis. Das Ansatzfeld für die kurze Nackenmuskulatur wird nach oben sowohl durch den m. rect. c. p. min. als auch durch die Lineae nuchae inferiores begrenzt. Die Muskeln haben sich aus der dorsalen Muskelmasse abgegliedert und zu selbständigen Individuen formiert, und zwar dem

a) M. rectus capitis posterior major

b) M. rectus capitis posterior minor

c) M. obliquus capitis superior

d) M. obliquus capitis inferior

Die Innervation der Mm. suboccipitales erfolgt über den N. suboccipitalis, der meist mit dem Ramus dorsalis n. cervicalis II anastomisiert. Die Blutversorgung wird über die Aa. vertebralis (Rr. musculares), - occipitalis und teilweise auch der a. cervicalis profunda gesichert. Der venöse Rückstrom erfolgt über den Plexus venosus suboccipitalis und seine zahlreichen Nebenwege.

a) M. rectus capitis posterior major

Der Muskel entspringt an der seitlichen und oberen Fläche des Processus spinosus axis. Am Ursprung sind nur vereinzelt kurze dünne Sehnen zu beobachten, die in einen fleischigen Muskelbauch einstrahlen (die Messung ergab einen Langendurchschnitt der Muskelfasern von 8 - 9 mm). Der dreieckige Muskelbauch verbreitert sich cranialwärts und torquiert so, daß die ventral entspringenden Bündel nach medial, die dorsal entspringenden nach lateral und vorne gelangen. An der lateralen, dorsalen Fläche entstehen kleine Ansatzsehnen. Der Ansatz des M. rectus capitis posterior major liegt im Bereich der Linea nuchae inferior, unterhalb der Linie und lateral davon, sowie an einer konkaven Knochenfläche der Pars nuchalis squamae occipitalis. Die Muskelfasern im Bereich der Ansatzfläche sind über kleine Ansatzsehnen am Pericranium und Knochen fest verankert.

b) M. rectus capitis posterior minor

Ursprungsfläche ist das Tuberculum posterius des Arcus posterior atlantis. Der Muskel entspringt mit einer kurzen kräftigen Sehne und ist wie der M. rectus capitis posterior major dreieckförmig, mit Verbreiterung nach cranial, ausgebildet. Er ist platt und zeigt keinerlei Fiederung; die Muskelfasern gehen fächerförmig von der Sehne ab. Der M. rectus capitis posterior minor grenzt mit seiner medialen Kante meist unmittelbar an den kontralateralen Mus-

kel. Die laterale Kante schiebt sich unter den M. rectus capitis posterior major. Der Muskel inseriert am medialen Anteil der Linea nuchae inferior und an einem ellipsenförmigen Abschnitt der Squama unterhalb der Linea nuchae inferior.

c) M. obliquus capitis superior

Der Muskel hat seinen Ursprung am Processus transversus atlantis, und zwar am lateralen und dorsalen Ende der Massa lateralis atlantis sowie der Basis des Arcus posterior atlantis. Der platte Muskel hat eine kräftige Ursprungssehne. Er zieht in dorsocranialer Richtung und meistens gering nach medial. Innerhalb der Gruppe der tiefen Nackenmuskulatur ist nur beim M. obliquus capitis superior eine deutliche Fiederung feststellbar. Bei der Auffaserung zeigen sich in jeder Präparationstiefe Muskelfaserlängen von konstant 12,5 mm. Der Fiederungswinkel beträgt 13 - 15 Grad. Bei der genauen Darstellung der Aponeurosen des M. obliquus capitis superior lassen sich eine laterale, vier mediale und drei tiefe Aponeurosen darstellen, die sich zum Ansatz hin verstärken und als Ansatzsehnen dienen. Von der Oberfläche betrachtet erscheint die Ansatzzone nur mit einer kurzen Sehne ausgestattet zu sein. Deren Anheftung erfolgt lateral der Linea nuchae inferior sowie einer in diesem Bereich und etwas caudal gelegenen Knochenfläche, die oval ausgebildet und oft grubig vertieft ist. Häufig setzt der Mus-

kel auch fächerförmig an der Linea nuchae inferior an. Er verläuft dann etwas medial wärts.

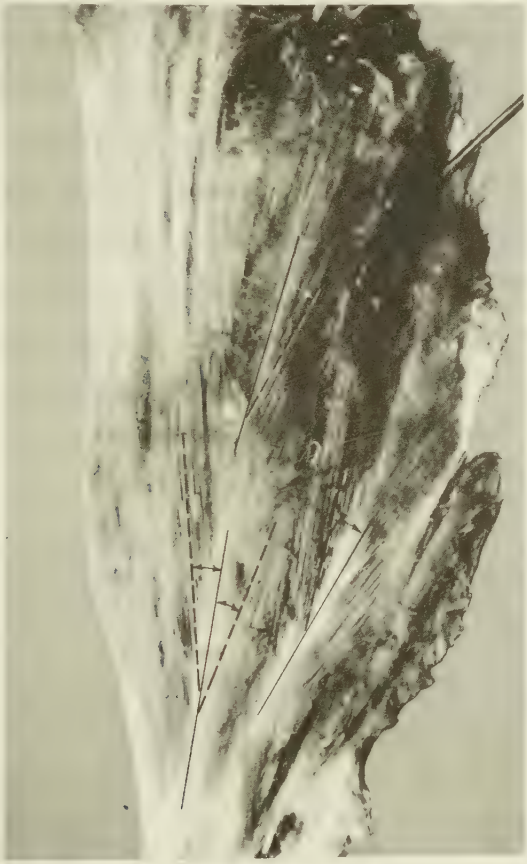

Abb. 1: M. obliquus capitis superior
(Fiederungswinkel 13 - 15 Grad)

d) M. obliquus capitis inferior

Der Muskel entspringt am Processus spinosus axis. Die Ursprungsfläche ist meist grubenförmig in sagittaler Richtung ausgebildet. Sie liegt zwischen dem Ursprung des M. rectus capitis posterior major und dem Ansatz des M. semispinalis cervicis und grenzt an den Arcus axis. Nach kurzsehnigem Ursprung zieht der spindelförmig und fleischig gestaltete Muskel nach rostral-lateral und geringfügig nach cranial. Der Ansatz an der dorsocaudalen Fläche der Massa lateralis atlantis erfolgt ebenfalls kurzsehnig. Nicht selten greifen einige Muskelbündel über den dorsalen Rand der Massa lateralis hinweg in das Ursprungsgebiet des M. obliquus capitis superior ein.

D. BEFUNDE

I.1. WERTE ZUR LÄNGENMESSUNG

Tabelle 1: a) Die geraden kurzen Nackenmuskeln

n = Anzahl der Stichproben

$\sum x$ = Summe der Meßwerte

$\bar{x}$ = Arithmetischer Mittelwert

$\sum d^2$ = Summe der Quadrate der Einzelabweichungen

σ = Empirische Streuung

ε = Mittlerer Fehler des Mittelwertes

Ma = Maxima

Mi = Minima

V = Variabilitätskoeffizient

Mm. recti capitis posteriores, Länge

	M. rectus capitis posterior major		M. rectus capitis posterior minor	
	re	li	re	li
n	19	18	22	22
$\sum x$ (mm)	836,0	762,5	602,0	613,0
$\bar{x}$ (mm)	44,0	42,4	27,4	27,9
$\sum d^2$	59,1	62,1	47,9	61,2
σ	5,7	6,0	4,8	5,4
ε	1,3	1,4	1,0	1,2
Ma(mm)	52,0	57,5	36,0	36,0
Mi(mm)	35,0	34,0	22,0	16,0
V	13,02	14,27	17,45	19,38

M. rectus capitis posterior major:

Der Mittelwert beträgt rechts 44 mm, links 42, 4 mm.

Im unteren und oberen Grenzbereich streuen die Werte

rechts zwischen 35 mm und 52 mm,

links zwischen 34 mm und 57, 5 mm.

Der Unterschied der Mittelwerte von links und rechts ist nach dem t-Test jedoch nicht signifikant

(t = - 0, 85; 35 Freiheitsgrade).

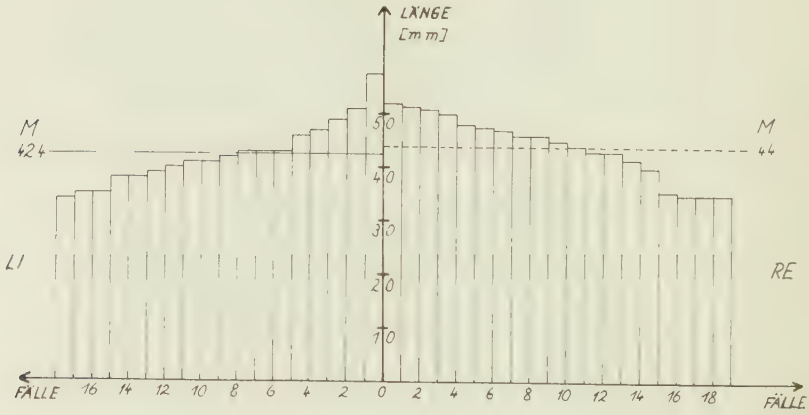

Abb. 2: M. rectus capitis posterior major:

Längenwerte (37 Präparate)

---------- = Arithmetischer Mittelwert rechts

———————— = Arithmetischer Mittelwert links

M. rectus capitis posterior minor:

Hier liegt der Mittelwert rechts bei 27,4 mm,

links bei 27,9 mm.

Maxima und Minima liegen

rechts zwischen 22 mm und 36 mm,

links zwischen 16 mm und 36 mm.

Der t-Test der Mittelwerte führt auch hier zu keinem signifikanten Unterschied (t = 0,33; 42 Freiheitsgrade).

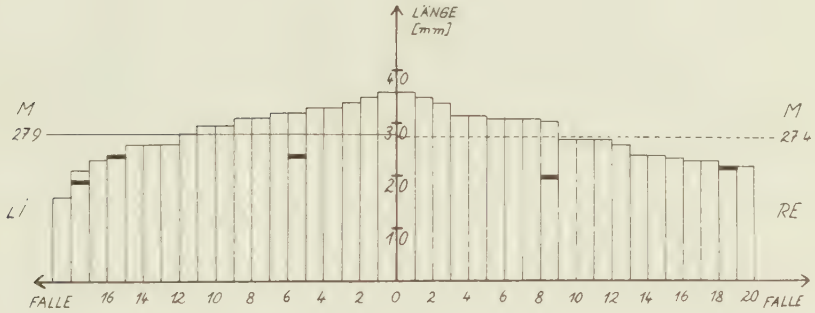

Abb. 3: M. rectus capitis posterior minor:

Längenwerte (39 Präparate)

—— = Mm. biventres

Tabelle 2: b) Die schrägen kurzen Nackenmuskeln

Mm. obliqui capitis, Länge

	M. obliquus capitis superior		M. obliquus capitis inferior	
	re	li	re	li
n	19	20	20	20
Σ x (mm)	940,5	1002,0	1015,0	1038,0
$\bar{x}$ (mm)	49,5	50,1	50,8	51,9
Σd^2	54,3	67,8	93,6	104,9
σ	5,5	6,0	7,0	7,4
ε	1,3	1,3	1,6	1,7
Ma (mm)	59,0	63,0	65,0	66,0
Mi (mm)	42,0	39,0	39,0	37,0
V	11,10	11,93	13,83	14,32

M. obliquus capitis superior:

Die arithmetischen Mittelwerte betragen rechts 49,5 mm, links 50,1 mm.

Die Extremwerte streuen

rechts zwischen 42 mm und 59 mm,

links zwischen 39 mm und 63 mm.

Ein signifikanter Unterschied der Mittelwerte rechts und links ist nach dem t-Test nicht gegeben (t = 0, 33; 37 Freiheitsgrade).

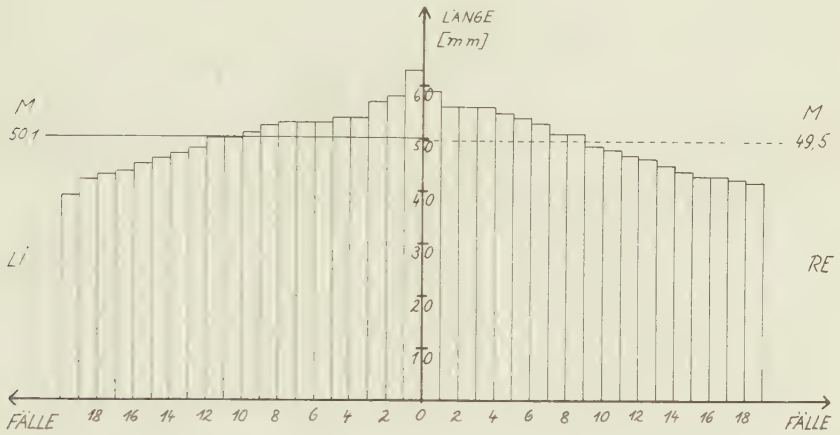

Abb. 4: M. obliquus capitis superior:
Längenwerte (39 Präparate)

M. obliquus capitis inferior:

Der Mittelwert beträgt rechts 50, 8 mm; links 51, 9 mm.

Die Schwankungsbreite variiert zwischen

39 mm und 65 mm rechts,

37 mm und 66 mm links.

Es besteht kein signifikanter Unterschied der Mittelwerte der rechten und linken Seite

(t = 0, 50; 38 Freiheitsgrade).

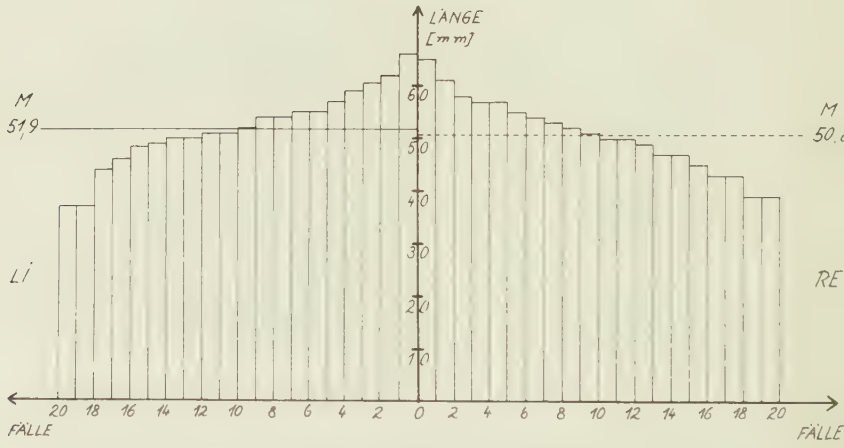

Abb. 5: M. obliquus capitis inferior:

Längenwerte (40 Präparate)

I.2. WERTE ZUR BREITENMESSUNG

Tabelle 3: Breitenmessung des M. rectus capitis posterior major, gemessen am Ursprung, Ansatz und in der Mitte; an je 15 Fällen der linken und rechten Seite

M. rectus capitis posterior major, Breite

Alter und Geschlecht	li			re		
	Ursprung	Ansatz	Mitte	Ursprung	Ansatz	Mitte
30 ♂	11,0	45,0	26,0	10,0	49,0	27,0
54 ♂	12,0	33,0	20,0	20,0	34,0	21,0
59 ♂	11,0	28,5	18,5	10,0	32,0	16,0
63 ♂	12,0	28,0	22,0	12,0	23,0	17,5
63 ♂	10,0	32,0	25,0	9,0	30,0	22,0
66 ♀	8,0	25,0	18,5	9,0	25,0	20,5
66 ♂	14,0	29,0	17,5	13,5	28,0	14,0
70 ♂	12,0	31,0	20,0	11,0	28,0	21,0
72 ♂	16,0	42,5	22,0	15,0	40,0	24,0
73 ♂	15,0	27,0	25,0	14,0	24,0	25,0
76 ♀	8,0	28,5	20,5	8,5	30,5	18,5
76 ♂	9,5	39,0	22,0	9,0	35,5	21,5
77 ♀	13,0	34,0	20,0	11,5	32,0	18,0
79 ♂	13,0	34,0	22,0	10,0	29,0	20,0
82 ♂	12,0	37,0	23,5	11,0	34,0	23,0
Arithmetischer Mittelwert	11,8	32,9	21,5	11,6	31,4	20,6
Streuungsbreite	8-16	25-45	17,5–26	8,5-20	23-49	14-27

Werte in mm

M. rectus capitis posterior major, Breite

	li			re		
	Ursprung	Ansatz	Mitte	Ursprung	Ansatz	Mitte
n	15	15	15	15	15	15
Σ x (mm)	176,5	493,5	322,5	173,5	471,0	309,0
$\bar{x}$ (mm)	11,8	32,9	21,5	11,6	31,4	20,6
Σd^2	7,4	47,5	9,2	13,0	64,2	16,7
σ	2,3	5,8	2,6	3,0	6,8	3,5
ϵ	6,0	1,5	7,0	8,0	1,7	9,0
Ma(mm)	16,0	45,0	26,0	20,0	49,0	27,0
Mi(mm)	8,0	25,0	17,5	8,5	23,0	14,0
V	19,58	17,70	11,90	26,33	21,57	16,75

Ursprung: t-Test = 0,20

Ansatz : " = 0,65

Mitte : " = 0,81

Beim Vergleich von paarweise geordneten Gruppen für die Muskelbreiten ergab sich ein t-Wert von:

Ursprung : = 0,32

Ansatz : = 1,99

Mitte : = 1,70

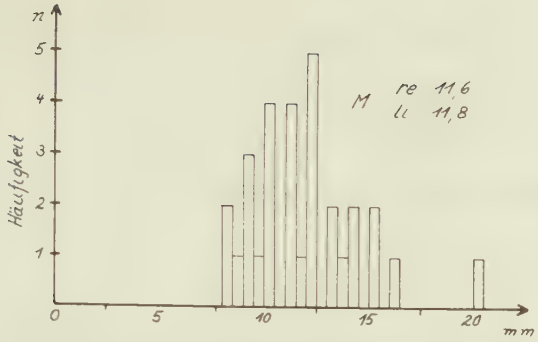

Abb. 6: M. rectus capitis posterior major: Breite (Ursprung)

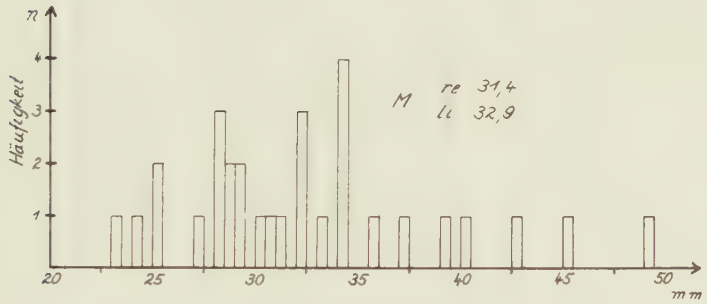

Abb. 7: M. rectus capitis posterior major: Breite (Ansatz)

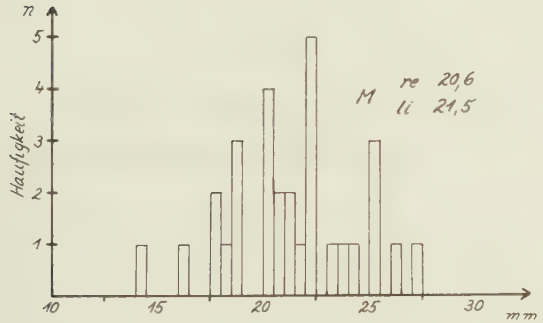

Abb. 8: M. rectus capitis posterior major: Breite (Mitte)

Tabelle 4: Breitenmessung, M. rectus capitis posterior minor; Messungen an je 16 Fällen der linken und rechten Seite.

M. rectus capitis posterior minor, Breite

Alter und Geschlecht	li			re		
	Ursprung	Ansatz	Mitte	Ursprung	Ansatz	Mitte
30 ♂	8,0	38,0	24,0	8,0	37,5	26,0
54 ♂	9,0	18,5	16,0	18,0	28,5	22,0
	8,0	23,0	20,0	14,0	38,0	26,0
59 ♂	6,0	32,0	20,5	5,0	31,0	20,0
63 ♂	10,0	30,0	19,0	10,0	34,0	20,5
63 ♂	8,0	28,0	19,0	9,0	27,0	18,0
66 ♀	3,0	19,0	11,0	15,0	48,0	33,0
66 ♂	5,5	30,5	19,5	5,5	28 0	19,0
70 ♂	8,0	30,0	15,5	9,0	28,0	17,0
72 ♂	7,0	22,0	17 0	6,0	27,0	18,0
73 ♂	6,0	35,0	19,0	6,0	34,0	18,0
76 ♀	3,5	34,0	21,0	3,5	23,5	19,0
76 ♂	8,0	32,5	20,0	7,5	28,0	21,0
77 ♀	5,0	22,0	13,0	6 0	22,0	13,5
79 ♂	10,0	31,5	24,0	9,0	29,0	21,0
82 ♂	9 0	38,0	24,0	9,0	42,0	22,0
Arithmetischer Mittelwert	7,1	29,0	19,1	8,8	31,6	20,5
Streuungsbreite	3-10	18,5-38	11-24	3,5-18	22-48	13,5-33

Werte in mm

M. rectus capitis posterior minor, Breite

	li			re		
	Ursprung	Ansatz	Mitte	Ursprung	Ansatz	Mitte
n	16	16	16	16	16	16
Σ x(mm)	114,0	464,0	286,5	140,5	505,5	308,0
$\bar{x}$(mm)	7,1	29,0	19,1	8,8	31,6	20,5
Σd^2	6,7	60,0	20,0	23,1	72,0	27,6
σ	2,1	6,3	3,8	3,9	6,9	4,4
ϵ	0,5	1,6	1,0	1,0	1,7	1,1
Ma(mm)	10,0	38,0	24,0	18,0	48,0	26,0
Mi(mm)	3,0	18,5	11,0	3,5	22,0	13,5
V	29,71	21,81	19,77	44,69	21,93	21,64

Ursprung : t-Test = - 1,49

Ansatz : " = - 1,11

Mitte : " = - 0,95

Beim Vergleich von paarweise geordneten Gruppen für die Muskelbreiten ergab sich ein t-Wert von:

Ursprung : = - 1,72

Ansatz : = - 1,13

Mitte : = - 0,94

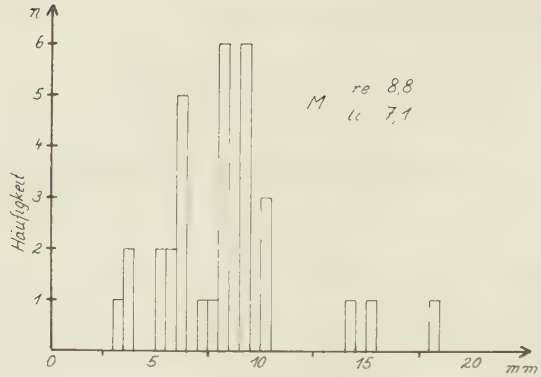

Abb 9: M. rectus capitis posterior minor: Breite (Ursprung)

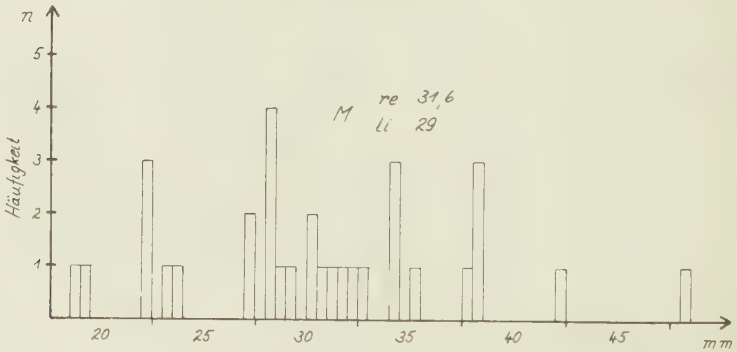

Abb. 10: M. rectus capitis posterior minor: Breite (Ansatz)

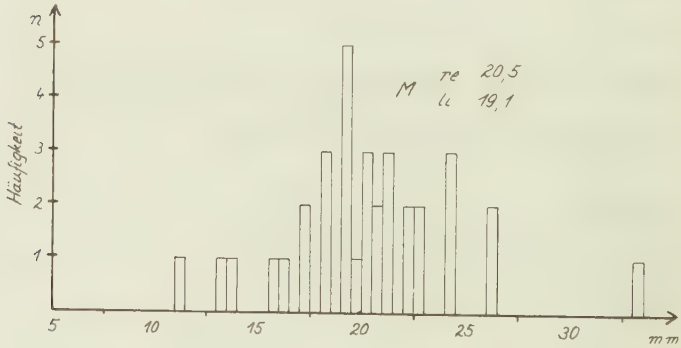

Abb. 11: M. rectus capitis posterior minor: Breite (Mitte)

Tabelle 5: Breitenmessung, M. obliquus capitis superior; Messungen an je 15 Fällen der linken und rechten Seite.

M. obliquus capitis superior, Breite

Alter und Geschlecht	li			re		
	Ursprung	Ansatz	Mitte	Ursprung	Ansatz	Mitte
30 ♂	8,0	16,0	17,0	4,0	22,0	18,0
54 ♂	9,0	18,0	17,0	10,5	17,5	19,0
59 ♂	5,0	18,0	11,0	6,0	18,5	12,0
63 ♂	12,0	26,0	15,0	11,0	20,5	12,5
63 ♂	5,0	19,0	20,0	4,0	17,0	19,0
66 ♀	7,0	19,0	14,0	7,0	20,0	16,5
66 ♂	10,0	33,0	22,0	11,0	32,5	19,0
70 ♂	11,0	17,0	15,0	8,0	17,0	14,0
72 ♂	9,0	25,0	14,0	11,0	24,0	13,0
73 ♂	9,0	20,0	17,0	9,0	17,0	15,0
76 ♀	6,5	21,0	15,0	8,5	29,5	18,0
76 ♂	7,5	19,5	16,5	9,0	17,5	15,5
77 ♀	6,0	22,0	15,0	5,0	27,0	20,0
79 ♂	10,0	18,0	14,0	12,0	18,0	11,0
82 ♂	6,0	18,0	17,0	7,0	15,0	18,0
Arithmetischer Mittelwert	8,1	20,6	16,0	8,2	20,9	16,0
Streuungsbreite	5-12	16-26	11-22	4-12	15-32,5	11-20

Werte in mm

M. obliquus capitis superior, Breite

	li			re		
	Ursprung	Ansatz	Mitte	Ursprung	Ansatz	Mitte
n	15	15	15	15	15	15
Σ x(mm)	121,0	309,5	239,5	123,0	313,0	240,5
$\bar{x}$ (mm)	8,1	20,6	16,0	8,2	20,9	16,0
Σd^2	6,5	27,2	9,7	9,8	37,5	12,3
σ	2,2	4,4	2,6	2,6	5,2	3,0
ε	0,6	1,1	0,7	0,7	1,3	0,8
Ma(mm)	12,0	33,0	22,0	12,0	32,5	20,0
Mi(mm)	5,0	16,0	11,0	4.0	15,0	11,0
V	26,79	21,37	16,50	32,24	24,81	18,47

Ursprung: t-Test = - 0,15

Ansatz : " = - 1,13

Mitte : " = - 0,06

Beim Vergleich von paarweise geordneten Gruppen für die Muskelbreiten ergab sich ein t-Wert von:

Ursprung : = - 0,28

Ansatz : = - 1,13

Mitte : = - 0,11

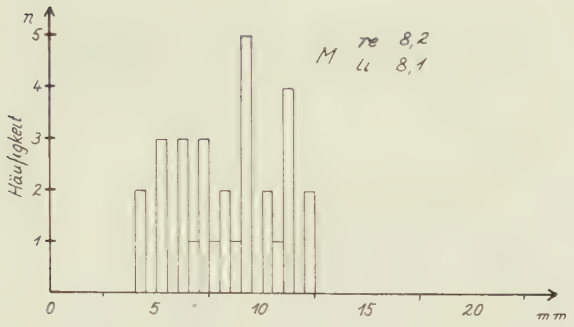

Abb. 12: M. obliquus capitis superior: Breite (Ursprung)

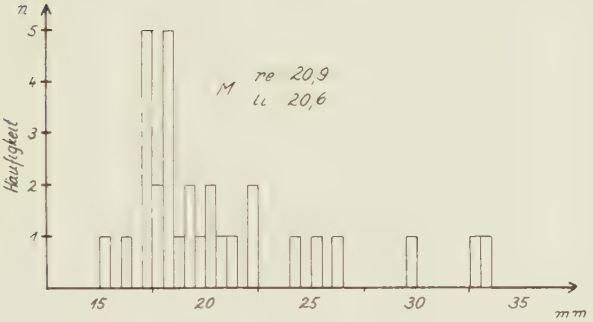

Abb. 13: M. obliquus capitis superior: Breite (Ansatz)

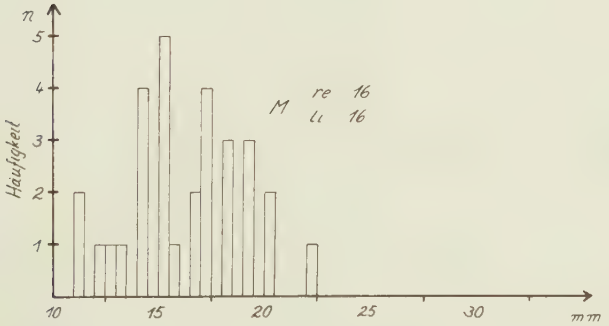

Abb. 14: M. obliquus capitis superior: Breite (Mitte)

Tabelle 6: Breitenmessung, M. obliquus capitis inferior; Messungen an je 15 Fällen der linken und rechten Seite.

M. obliquus capitis inferior, Breite

Alter und Geschlecht	li			re		
	Ursprung	Ansatz	Mitte	Ursprung	Ansatz	Mitte
30 ♂	19,0	7,0	21,0	10,0	11,0	19,0
54 ♂	20,0	9 0	18,0	19,0	12,0	19,0
59 ♂	11,0	8,0	17,5	11,0	7,0	18,5
63 ♂	22,0	10,0	18,0	18,0	13,0	22,5
63 ♂	20,5	12,0	19,0	19,0	13,0	21,0
66 ♀	20,0	10,5	18,5	18,0	9,0	19,0
66 ♂	17,0	15,0	17,0	18,5	16,0	18,0
70 ♂	13,0	13,0	19,5	14,0	12,0	18,0
72 ♂	19,0	11,0	17,0	15,0	12,0	17,5
73 ♂	21,0	12,0	13,0	20,0	10,0	15,0
76 ♀	18,0	11,0	16,0	13,0	9,0	16,0
76 ♂	17,0	9,5	14,5	19,5	10,5	17,0
77 ♀	16,5	11,5	17,0	12,5	13,0	20,0
79 ♂	24,0	11,0	22,0	19,0	9,0	19,0
82 ♂	18,0	10,0	18,0	17,0	12,0	19,5
Arithmetischer Mittelwert	18,4	10,7	17,7	16,2	11,2	18,6
Streuungsbreite	11-24	7-15	13-22	10-20	7-16	15-22,5

M. obliquus capitis inferior, Breite

	li			re		
	Ursprung	Ansatz	Mitte	Ursprung	Ansatz	Mitte
n	15	15	15	15	15	15
Σ x(mm)	276,0	160,5	266,0	243,5	168,5	279,0
$\bar{x}$(mm)	18,4	10,7	17,7	16,2	11,2	18,6
Σd^2	15,3	5,4	7,2	15,7	6,9	4,9
σ	3,3	2,0	2,3	3,4	2,2	1,9
ε	0,9	0,5	0,6	0,9	0,6	0,5
Ma(mm)	24,0	15,0	22,0	20,0	16,0	22,5
Mi(mm)	11,0	7,0	13,0	10,0	7,0	15,0
V	17,98	18,43	12,78	20,64	19,83	10,02

Ursprung : t-Test = 1,78

Ansatz : " = -0,69

Mitte : " = -1,14

Beim Vergleich von paarweise geordneten Gruppen für die Muskelbreiten ergab sich ein t-Wert von:

Ursprung : = 2,77

Ansatz : = -1,03

Mitte : = -1,73

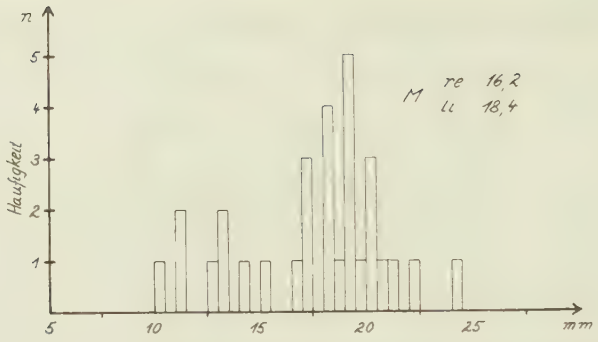

Abb. 15: M. obliquus capitis inferior: Breite (Ursprung)

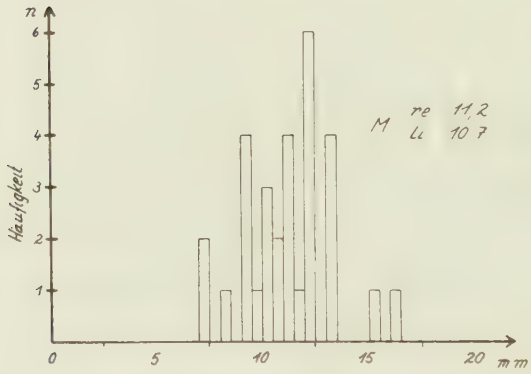

Abb. 16: M. obliquus capitis inferior: Breite (Ansatz)

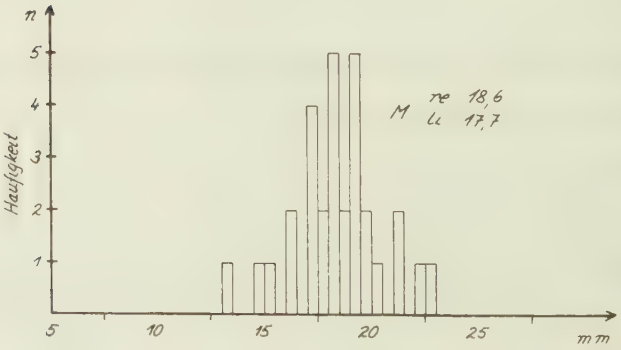

Abb. 17: M. obliquus capitis inferior: Breite (Mitte)

I.3. WERTE ZUR QUERSCHNITTSMESSUNG (MÖGLICHE KRAFTENTFALTUNG)

Nach der Methodik der Muskelquerschnittsmessung von H. LIPPERT wurden die mittleren Querschnitte der suboccipitalen Muskulatur ermittelt.

Zur Errechnung statistischer Mittelwerte von Querschnitten darf niemals von den Umfängen ausgegangen werden, sondern immer von den Flächen selbst, angesichts des Dimensionsunterschiedes (LIPPERT 1958).

Es erübrigt sich deshalb eine statistische Auswertung der Umfänge.

Tabelle 7: a) die geraden kurzen Nackenmuskeln

Mm. recti capitis, mittlerer Querschnitt

	M. rectus capitis posterior major		M. rectus capitis posterior minor	
	re	li	re	li
n	57	54	66	66
Σ x(mm^2)	2710,00	2458,00	2074,00	1985,00
$\bar{x}$(mm^2)	47,54	45,52	31,42	30,08
Σ d^2	24468,03	17075,53	26555,35	23200,54
σ	20,90	17,95	20,21	18,89
ε	2,77	2,44	2,49	2,33
Ma(mm^2)	101,00	96,00	96,00	90,00
Mi (mm^2)	15,00	11,00	5,00	5,00
V	43,97	39,43	66,57	62,82

M. rectus capitis posterior major

Der Mittelwert beträgt rechts 0, 48 cm^2, links 0, 46 cm^2.

Die Grenzwerte der Querschnitte streuen

rechts zwischen 0, 19 cm^2 und 0, 77 cm^2,

links zwischen 0, 22 cm^2 und 0, 73 cm^2.

Ein signifikanter Unterschied des linken und rechten Mittelwertes ist bei einem t-Wert von 0, 55 (109 Freiheitsgrade) nicht gegeben.

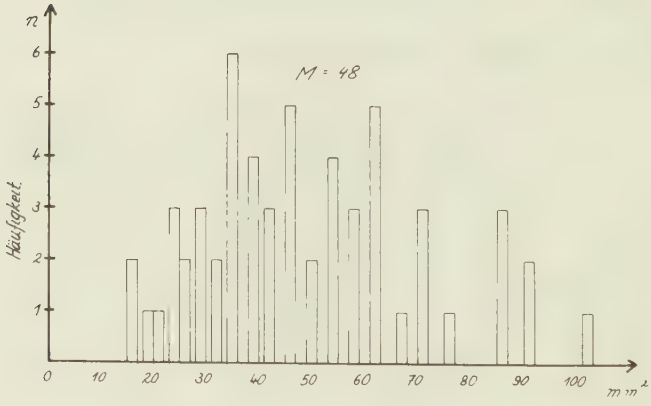

Abb. 18: M. rectus capitis posterior major rechts: Querschnitt (Mittlerer Querschnitt, ermittelt aus Querschnitt am Ursprung, in der Mitte und am Ansatz).

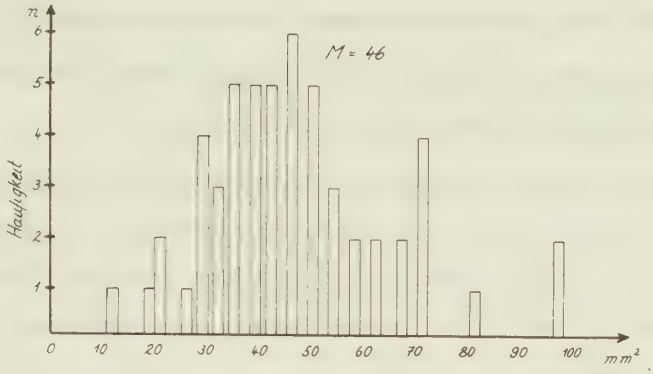

Abb. 19: M. rectus capitis posterior major links: Querschnitt

Der mittlere physiologische Querschnitt des M. rectus capitis posterior major ergibt auf der rechten Seite einen Wert von 0,48 cm^2 und auf der linken Seite einen Wert von 0,46 cm^2. Nach der Muskelkrafteinheit von 100 N/cm^2 (KEIDEL 1979) ergibt sich demnach eine mögliche Kraftentfaltung von

48 N des M. rectus capitis posterior major rechts, und

46 N des M. rectus capitis posterior major links.

Die Kraftentfaltung ist auf der rechten Seite geringfügig größer.

Nach KEIDEL 1979 wird die Muskelkrafteinheit in Newton angegeben, d.h. die Muskelkrafteinheit von 10 kp/cm^2 muß mit dem Umrechnungsfaktor 10 multipliziert werden.

Da bei den Mm. suboccipitales nur der M. obliquus capitis superior bei der Auffaserung unter dem Mikroskop eine Fiederung erkennen läßt, und dieser sogenannte Dehnungsfiederungswinkel unter 15 Grad liegt, kann er nach PFUHL 1937, dessen Meinung wir uns anschließen, ohne wesentlichen Fehler vernachlässigt werden.

Der Querschnitt kann demnach einfach mit der Muskelkrafteinheit multipliziert werden, ohne daß der Schrägheitsfaktor (= Abweichung von der Sehnenzugrichtung) nach STRASSER, 1908; FICK, 1910; FENEIS, 1935 und 1951; BENNINGHOFF und ROLLHÄUSER, 1951/52, berücksichtigt werden muß.

Je steiler die Fiederung ist (d.h. je kleiner der Fiederungswinkel), umso geringer ist der Unterschied zwischen physiologischem und anatomischem Querschnitt (STRASSER, 1908).

Nach HAUGHTON (1873) und SCHUMACHER (1961) entfaltet ein Muskel seine gesamte Muskelkraft in der Sehnenzugrichtung bei einem Fiederungswinkel von 0 Grad; bei 60 Grad wirkt etwa nur die Hälfte, und bei 90 Grad ist eine Bewegung in der Sehnenzugrichtung nicht mehr möglich, da die Sehne abgelenkt werden würde.

Die Werte für die absolute Muskelkraft werden unterschiedlich angegeben. WOODBURY et al. (1966) geben 4 kp/cm^2 an, BOWEN (1939) 6 kp/cm^2, FICK (1910) 10 kp/cm^2, BRAUS und ELZE (1954) 11 kp/cm^2, BLEICHERT (1962) gibt als Höchstmaß 12 kp/cm^2 an.

Bei tiefer Narkose ist der Muskeltonus nach FICK (1910) auf 50 p/cm^2 herabgesetzt. FICK weist aber darauf hin, daß Berechnungen der Gesamtkraft eines Muskels Schätzungen darstellen.

Die Muskelkrafteinheit 10 kp/cm^2 ist nur ein "Mittelwert" für die verschiedenen, bei der Muskelwirkung tatsächlich auftretenden Muskelspannungen, durchaus nicht etwa der Maximalwert wie manchmal angenommen wird (FICK, 1910).

M. rectus capitis posterior minor

Der arithmetische Mittelwert ergibt rechts 0,30 cm^2, links 0,30 cm^2.

Minimal- und Maximalwert betragen
rechts 0,10 cm^2 und 0,59 cm^2,
links 0,07 cm^2 und 0,61 cm^2.

Beim Vergleich der Mittelwerte von linker und rechter Seite ist keine Signifikanz festzustellen ($t = -0,09$; 130 Feinheitsgrade).

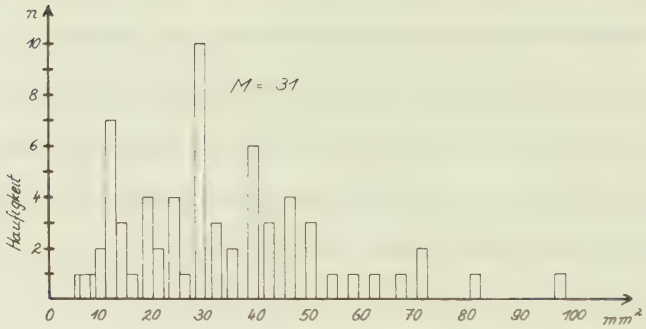

Abb. 20: M. rectus capitis posterior minor rechts: Querschnitt

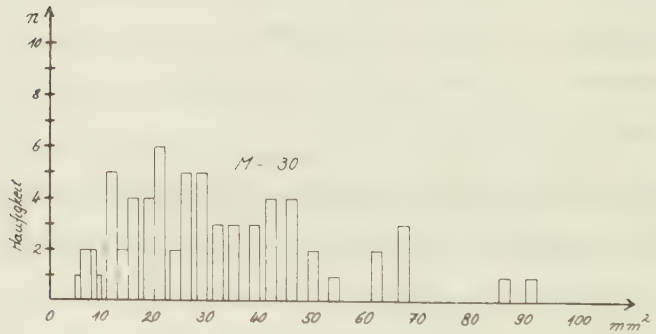

Abb. 21: M. rectus capitis posterior minor links: Querschnitt

Der mittlere physiologische Querschnitt des M. rectus capitis posterior minor ergibt auf der rechten Seite einen Wert von 0,31 cm^2 und auf der linken Seite 0,30 cm^2.

Mit den erwähnten Einschränkungen erscheint deshalb eine mögliche Kraftentfaltung von

31 N für den M. rectus capitis posterior minor rechts, und

30 N für den M. rectus capitis posterior minor links, möglich.

Auch bei den Mm. recti minores ist die Kraftentfaltung auf der rechten Seite geringfügig größer als links.

Tabelle 8: b) die schrägen kurzen Nackenmuskeln

Mm. obliqui capitis, mittlerer Querschnitt

	M. obliquus capitis superior		M. obliquus capitis inferior	
	re	li	re	li
n	57	60	60	60
$\sum x\ (mm^2)$	2508,00	2364,00	6779,00	6772,00
$\bar{x}\ (mm^2)$	44,00	39,40	112,98	112,87
$\sum d^2$	16380,00	20004,40	139795,21	108584,71
σ	17,10	18,41	48,68	42,90
ε	2,27	2,38	6,28	5,54
$Ma\ (mm^2)$	85,00	96,00	227,00	219,00
$Mi\ (mm^2)$	23,00	15,00	28,00	34,00
V	38,87	46,73	43,08	38,01

M. obliquus capitis superior

Der Mittelwert des Querschnittes beträgt rechts 0,44 cm^2, links 0,39 cm^2. Die Streuungsbreite liegt rechts zwischen 0,28 cm^2 und 0,67 cm^2, links zwischen 0,25 cm^2 und 0,65 cm^2.

Ein signifikanter Unterschied der Mittelwerte von rechts und links ist nach dem t-Test nicht erwiesen (t = - 1,4 bei 115 Freiheitsgraden).

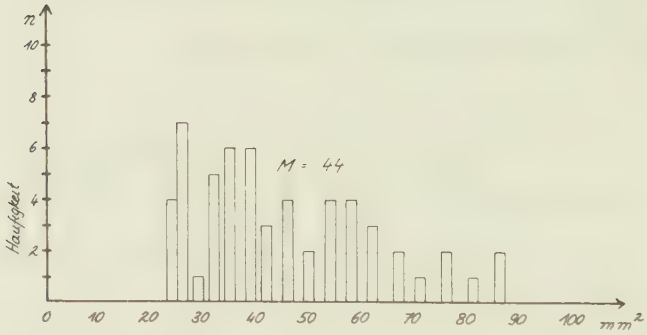

Abb. 22: M. obliquus capitis superior rechts: Querschnitt

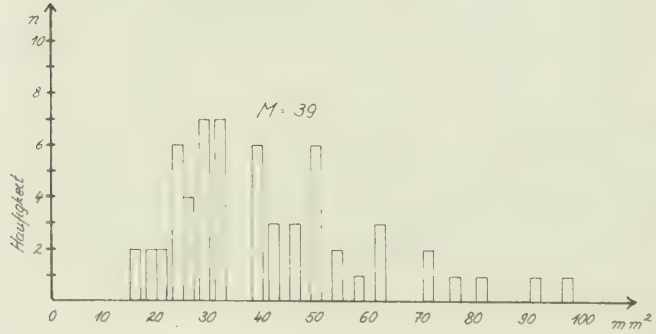

Abb. 23: M. obliquus capitis superior links: Querschnitt

Der mittlere physiologische Querschnitt des M. obliquus capitis superior ergibt an der rechten Seite einen Wert von 0, 44 cm^2, an der linken Seite einen Wert von 0, 39 cm^2.

Nach der Muskelkrafteinheit liegt demnach eine mögliche Kraftentfaltung von
44 N des M. obliquus capitis superior rechts, und
39 N des M. obliquus capitis superior links vor.

Die mögliche Kraftentfaltung rechts erscheint um 5 N größer.

M. obliquus capitis inferior

Rechts wurde ein Mittelwert von 1, 16 cm^2, und links von 1, 15 cm^2 errechnet.
Die Grenzwerte liegen
rechts bei 0, 69 cm^2 und 2, 01 cm^2,
links bei 0, 43 cm^2 und 1, 77 cm^2.

Auch hier ist kein signifikanter Seitenunterschied feststellbar (t-Wert = - 0, 01 bei 118 Freiheitsgraden).

Die Querschnittswerte des M. obliquus capitis inferior rechts und links sind wegen der großen Streuung nicht für eine Häufigkeitsverteilungskurve mit brauchbarem Maßstab geeignet.

Der mittlere physiologische Querschnitt des M. obliquus capitis inferior ergibt auf der rechten Seite einen Wert von 1, 16 cm^2, und

auf der linken Seite einen Wert von 1, 15 cm^2.

Daraus folgt eine mögliche Kraftentfaltung dieses Muskels von 116 N an der rechten und 115 N an der linken Seite.

Rechts ist die Kraftentfaltung (Mittelwert) um 1 N größer.

Die Meßwerte des Querschnitts an der suboccipitalen Muskulatur führen zu dem Ergebnis, daß der Muskulaturanteil an der rechten Kopfhälfte im Mittel kräftiger entwickelt ist, wenn auch nur geringfügig.

I.4. WERTE ZUR OPTISCHEN WINKELMESSUNG

a) Projektion und Bestimmung der Winkel

(Frontalebene, Transversalebene (P) parallel zur Frankfurter Horizontalebene (DH))

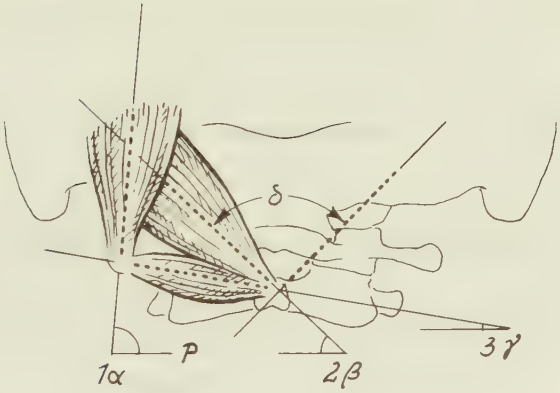

Abb. 24: WALDEYER, 1909

Meßpunkte:

P = Parallele zur Frankfurter Horizontalen (DH)

1 α = Winkel zwischen M. obliquus capitis superior und DH (Parallele)

2 β = Winkel zwischen M. rectus capitis posterior major und DH (Parallele)

3 γ = Winkel zwischen M. obliquus capitis inferior und DH (Parallele)

δ = Winkel zwischen M. rectus capitis posterior major rechts und M. rectus capitis posterior major links.

M. obliquus capitis superior,

Winkel mit der Transversalebene (1 α)

	n	$\bar{x}$ (Grad)	Σd^2	σ	ε	Ma (Grad)	Mi (Grad)	V
li	15	85, 43	2232, 48	12, 63	3, 26	112	68	14, 78
re	15	84, 83	2160, 38	12, 42	3, 21	107, 5	63	14, 64

Der Vergleich der Mittelwerte ergibt t = 0, 13

Der paarweise Vergleich ergibt t = 0, 19

M. rectus capitis posterior major,

Winkel mit der Transversalebene (2 β)

	n	$\bar{x}$ (Grad)	Σd^2	σ	ε	Ma (Grad)	Mi (Grad)	V
li	15	44, 97	2245, 71	12, 67	3, 27	67, 5	23, 5	28, 17
re	15	42, 8	2232, 4	12, 63	3, 26	72, 5	24	29, 5

Der Vergleich der beiden Mittelwerte ergibt t = 0, 5

Der paarweise Vergleich ergibt t = 1, 08

M. obliquus capitis inferior,

Winkel mit der Transversalebene (3 γ)

	n	$\bar{x}$ (Grad)	Σd^2	σ	ε	Ma (Grad)	Mi (Grad)	V
li	15	7, 5	650	6, 81	1, 76	22	2	90, 85
re	15	9	393, 5	5, 3	1, 37	20	2	58, 91

Der Mittelwertvergleich ergibt den t-Wert von -0, 67

Der paarweise Vergleich ergibt -1, 62.

Winkelmessung zwischen

M. obliquus capitis superior und M. obliquus capitis inferior

	n	$\bar{x}$(Grad)	Σd^2	σ	ε	Ma (Grad)	Mi (Grad)	V
li	15	90, 8	2546, 9	13, 49	3, 48	111	66	14, 85
re	15	91, 03	2273, 78	12, 74	3, 29	112	57	14

Der Vergleich der beiden Mittelwerte ergibt t = -0, 05

Der paarweise Vergleich ergibt t = -0, 08

Winkelmessung zwischen

M. rectus capitis posterior major und M. obliquus capitis inferior

	n	$\bar{x}$(Grad)	Σd^2	σ	ε	Ma (Grad)	Mi (Grad)	V
li	15	37, 83	1942, 85	11, 78	3, 04	66	24	31, 14
re	15	36, 6	2103, 6	12, 26	3, 17	67, 5	21	33, 49

Der Mittelwertvergleich ergibt den t-Wert von 0, 28

Der paarweise Vergleich ergibt 0, 68.

Bei der Messung des Winkels zwischen dem M. rectus capitis posterior major der linken und der rechten Seite ergab sich ein Mittelwert von 92, 7 Grad. Unterer und oberer Grenzwert liegen bei 39 Grad und 133 Grad.

Die Winkelmessung zwischen den Mm. obliqui inferiores in der Transversalebene mit Öffnung nach rostral, ergibt einen Mittelwert von 91. 4 Grad (Streuungsbreite 71 - 108 Grad).

Addiert man folgende Winkel bei jedem Präparat,

Winkel zwischen Transversalebene und M. obliquus capitis inferior links

Winkel zwischen M. obliquus capitis inferior links und M. rectus capitis posterior major links

Winkel zwischen M. rectus capitis posterior major links und rechts

Winkel zwischen M. rectus capitis posterior major rechts und M. obliquus capitis inferior rechts

Winkel zwischen M. obliquus capitis capitis inferior rechts und der Transversalen

und errechnet daraus den Mittelwert, so ergibt sich ein Winkel von 180, 63 Grad.

Die nur geringe Abweichung von 0, 63 Grad kann als Beweis gelten, daß der Parallaxenfehler bei der optischen Messung außer acht gelassen werden kann.

Bei der optischen Winkelmessung muß außerdem berücksichtigt werden, daß Protuberantia occipitalis, Tuberculum posterius atlantis und Mitte des Processus spinosus axis auf eine Vertikale ausgerichtet wurden.

b) Projektion und Bestimmung der Winkel

(Saggitalebene, Transversalebene (P) parallel zur Frankfurter Horizontalebene (DH))

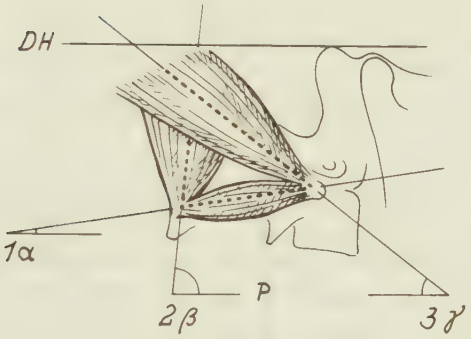

Abb. 25:

DH	=	Frankfurter Horizontale
P	=	Parallele zur DH
1 α	=	Winkel zwischen M. obliquus capitis inferior und der DH (Parallele)
2 β	=	Winkel zwischen M. rectus capitis posterior major und der DH (Parallele)
3 γ	=	Winkel zwischen M. obliquus capitis superior und der DH (Parallele)

Winkel zwischen M. obliquus inferior und DH (1 α)

	n	$\bar{x}$(Grad)	Σd^2	σ	ε	Ma (Grad)	Mi (Grad)	V
li	15	7,5	702,5	7,08	1,83	21	0	94,45
re	15	9,87	645,73	6,8	1,75	24	2	68,83

Der Vergleich der Mittelwerte ergibt t = - 0,93

Der paarweise Vergleich ergibt t = - 1,08

Winkel zwischen M. rectus capitis posterior major und DH (2 β)

	n	$\bar{x}$(Grad)	Σd^2	σ	ε	Ma (Grad)	Mi (Grad)	V
li	15	82,03	9747,77	26,39	6,81	118	38	32,17
re	15	85,07	11241,39	28,34	7,32	112	30	33,31

Der Mittelwertvergleich ergibt den t-Wert von - 0,30

Der paarweise Vergleich ergibt - 1,06

Winkel zwischen M. obliquus capitis superior und DH (3 γ)

	n	$\bar{x}$(Grad)	Σd^2	σ	ε	Ma (Grad)	Mi (Grad)	V
li	15	39,27	1021,42	8,54	2,21	55	26	21,75
re	15	36,53	739,75	7,27	1,88	45	22	19,9

Der Vergleich der Mittelwerte ergibt t = 0,94

Der paarweise Vergleich ergibt t = 1,17

II. MM. SUBOCCIPITALES: ANSATZFLÄCHE UND URSPRUNGSFLÄCHE

(Errechnet an je 15 Präparaten; Werte in cm^2)

Ellipsenformel: $F = a \cdot b \cdot \pi$ $F = U_e \cdot \pi$ oder $F = A_e \cdot \pi$

Die Konkavität der berechneten Flächen wurde dabei nicht berücksichtigt.

Tabelle 9:

M. rectus capitis posterior major				M. rectus capitis posterior minor			
li		re		li		re	
Ursprung	Ansatz	Ursprung	Ansatz	Ursprung	Ansatz	Ursprung	Ansatz
2,41	5,65	1,57	7,69	1	4,67	2,63	7,15
2,44	7,25	2,82	6,93	1,53	2,88	3,39	9,82
1,72	5,36	1,57	5,02	1,03	3,51	0,69	2,41
2,04	7,03	1,97	6,59	2,13	4,39	1,97	4,23
3,01	9,67	1,88	4,67	1,00	11,3	1,13	9,67
1,53	5,46	1,69	5,49	0,28	2,98	2,82	6,78
1,63	7,85	1,69	6,28	1,88	5,43	2,26	7,28
2,26	7,78	2,07	7,03	1,25	5,36	1,13	5,27
3,51	9,98	3,76	8,79	1,25	5,65	1,57	6,40
2,35	4,23	2,19	4,52	0,75	12,08	0,94	10,67
1,78	8,57	1,53	8,91	1,25	4,08	1,41	3,95
0,87	4,89	0,78	6,21	0,75 0,31	10,51 9,07	0,69 0,31	7,91 8,85
1,82	6,93	0,87	3,51	0,78	3,45	1,03	4,14
2,85	8,00	2,19	6,37	1,41	4,49	0,94	5,08
2,44	9,29	2,07	7,47	1,55	2,93	1,35	4,25
Mittelwert (cm^2) 2,17	7,19	1,91	6,36	1,13	5,80	1,52	6,49

Tabelle 10:

M. obliquus capitis superior — M. obliquus capitis inferior

li		re		li		re	
Ursprung	Ansatz	Ursprung	Ansatz	Ursprung	Ansatz	Ursprung	Ansatz
1,50	4,52	0,37	4,14	6,56	1,31	1,57	1,72
1,41	3,39	1,31	3,29	4,39	2,26	5,05	2,82
0,62	2,26	0,75	2,32	1,72	1,50	1,53	1,09
0,84	4,77	0,62	3,73	6,43	3,01	6,56	3,45
2,26	13,87	3,45	6,75	5,87	1,57	5,36	3,67
2,19	9,32	3,26	8,66	8,54	5,65	4,64	7,53
1,41	4,77	1,09	5,33	5,02	2,79	5,08	1,97
3,45	3,45	2,00	3,73	3,67	2,44	3,51	2,63
1,69	7,06	2,07	5,27	4,77	2,07	4,23	3,39
1,13	5,02	1,41	4,27	5,93	3,76	5,65	2,82
1,16	3,95	1,69	3,83	4,27	2,66	4,27	3,29
0,59	5,93	1,19	8 79	9,32	2,07	4,49	2,10
0,94	11,74	0,78	15,26	6,71	1,78	2,37	2,63
2,19	4,52	3,20	2,26	10,55	2,76	7,75	2,54
1,31	3,39	1,75	3,04	5,08	2 51	5,33	3,01
1,51	5,86	1,66	5,37	5,92	2,54	4,49	2,97

Mittelwert (cm^2)

Die statistische Auswertung für die Ursprungs- und Ansatzflächenberechnung ergab beim Vergleich von paarweise zugeordneten Gruppen folgende t-Werte:

M. rectus capitis posterior major
(an je 15 Fällen der linken und rechten Seite)

Ursprungsfläche	$\bar{D}$	= 0,27	
	$\Sigma\ d^2$	= 3,85	
	$\Sigma\ (d - D)^2$	= 2,78	t = 2,33
			Signifikanz
Ansatzfläche	$\bar{D}$	= 0,83	
	$\Sigma\ d^2$	= 53,63	
	$\Sigma\ (d - D)^2$	= 43,28	t = 1,83
			Signifikanz

M. rectus capitis posterior minor

Ursprungsfläche	$\bar{D}$	= -0,39	
	$\Sigma\ d^2$	= 13,35	
	$\Sigma\ (d - D)^2$	= 10,97	t = -1,81
			Signifikanz
Ansatzfläche	$\bar{D}$	= -0,62	
	$\Sigma\ d^2$	= 86,29	
	$\Sigma\ (d - D)^2$	= 80,21	t = -1,07

M. obliquus capitis superior

Ursprungsfläche	$\bar{D}$	= -0,15	
	Σd^2	= 8,22	
	$\Sigma (d - D)^2$	= 7,88	t = -0,77
Ansatzfläche	$\bar{D}$	= 0,49	
	Σd^2	= 82,34	
	$\Sigma (d - D)^2$	= 78,80	t = 0,79

M. obliquus capitis inferior

Ursprungsfläche	$\bar{D}$	= 1,43	
	Σd^2	= 91,33	
	$\Sigma (d - D)^2$	= 60,68	t = 2,66
			Signifikanz
Ansatzfläche	$\bar{D}$	= -0,43	
	Σd^2	= 13,54	
	$\Sigma (d - D)^2$	= 10,71	t = -1,93
			Signifikanz

E.I. WIRKUNGSWEISE DER SUBOCCIPITALEN MUSKULATUR

Die suboccipitale Muskulatur wird wegen der praktisch-ärztlichen Bedeutung anatomisch in ihrer Wirkungsweise beschrieben.

Nach Verletzung der Nackenmuskeln beschrieb erstmals LONGET (1845) eine eigenartige, an Hemicerebellotomie erinnernde Ataxie, die nach COHEN (1961) auch Injektionen von Lokalanästhetika folgen kann.

Für das Verständnis der suboccipitalen Muskulatur ist die Tatsache wichtig, daß reine Bewegungen des Kopfes nur durch das Zusammenwirken verschiedener Muskeln erfolgen können. Die Ansatzverhältnisse und die schrägen Verlaufsrichtungen der kurzen Nackenmuskeln machen es unmöglich, daß reine Bewegungen durch einen Muskel allein zustande kommen. Noch weniger als an den Extremitäten liegen an den Kopfgelenken strenge Achsen, um welche Bewegungen erfolgen könnten, vor. Deshalb sind weitgehend kinematische Kräftepaare für bestimmte Kopfbewegungen notwendig.

Die kurzen, tiefen Nackenmuskeln sind kräftiger als allgemein angenommen wird und haben auch ein entsprechendes Drehmoment, um Bewegungen an den Kopfgelenken durchführen zu können. Trotzdem wird vorwiegend auf ihre Haltungs- und Einstellungsfunktion hingewiesen. Sie dienen vor allem der richtigen Einstellung des Atlas. Wegen der zahlreichen Muskelrezeptoren, die sie besitzen,

erscheint eine besondere Feineinstellung durch diese Muskeln möglich.

Wie bereits bei "Beschreibung der suboccipitalen Muskulatur" ausgeführt, ist für die Kraftentfaltung und Arbeitsfähigkeit eines Muskels die Struktur, d.h. Art und Grad der Fiederung von großer Bedeutung.

Unter Verwendung relativer Werte läßt sich in Form eines Index $\frac{i\,Q}{i\,G}$ eine Beziehung zwischen Muskelquerschnitt (Q) und Gewicht (G) aufstellen, die als Maß der Fiederung von gewissem Wert ist. Die Beziehung $\frac{i\,Q}{i\,G}$ ergibt sich aus der Überlegung, daß entsprechend der WEBERschen Formel $Q = \frac{G}{p \times L}$ das Gewicht aus Länge der Muskelfasern (L) x Querschnitt bei konstant spezifischem Gewicht (p) resultiert. Aus dieser Größe sind funktionelle Beziehungen direkt ablesbar. Muskeln, die einen großen Index $\frac{i\,Q}{i\,G}$ aufweisen, haben eine überwiegende Dauerbeanspruchung in Form der Haltefunktion. Diese Haltefunktion scheint vor allem bei den Mm. recti capitis posteriores vorzuliegen, deren großer Indexwert (zwischen 2,1 und 3,1) darauf hindeutet (SCHUMACHER und WOLFF, 1966).

Als fixierende Kraft, welche den Kopf hinter seiner Unterstützung angreift, kann nur die Nackenmuskulatur wirken. Die jeweilige Haltung des Kopfes ist deshalb als eine durch den "Tonus" der Nackenmuskulatur bedingte anzusehen, worauf schon MEYER (1873) hinwies.

Der Kopf kann gegen die Wirbelsäule in den drei Richtungen des Raumes geneigt werden, und zwar nach vorne, nach hinten und nach der Seite. Er kann aber auch um eine Achse der Wirbelsäule gedreht werden. Vereinfachend erfolgt diese Kreiselbewegung um eine vertikal durch den Dens axis drehende Achse. Die Bewegungen des Kopfes in den beiden Artikulationen zwischen Hinterhaupt, Atlas und Axis können grob abgegrenzt werden in solche in der Mittellinie und der Querebene, die auf das erste Gelenk angewiesen sind, und in Drehungen, für welche die Articulationes atlanto-axiales zuständig sind. Die Bewegungen erfolgen deshalb um drei Achsen, welche ein sogenanntes freies Gelenk charakterisieren.

Das obere Kopfgelenk ist in gleicher Weise für die feinstufige Nickbewegung des Kopfes als auch für die Übertragung des Kopfgewichtes auf die Wirbelsäule zuständig. Für die Halswirbelsäulenbeweglichkeit (Ventral - Dorsal - Flexion) wurden von STOFFT und RIBKA (1975) objektivierbare Bewegungswerte ermittelt. Diese sind nach LEWIT und KRAUSOVA (1963) statistisch abgesichert. Die Werte liegen zwischen 7 Grad und 22 Grad. Aus der Mittellage heraus beträgt die Ventralflexionsmöglichkeit 1 - 6 Grad, die Dorsalflexion 6 - 26 Grad (KNESE, 1947). Die röntgenologisch ermittelte Nickbewegung beträgt am Gelenkpräparat im Mittel 28,3 Grad am Probanden 21,7 Grad und erfolgt um eine Kompromiß-Transversal-

achse, da die Kondylenkrümmung ventral und dorsal differiert. Die Seitwärtsbewegung des Kopfes (Seitneigung) mit 4 Grad nach jeder Seite ist aufgrund des Kondylendivergenzwinkels mit einer Zwangsrotation von 3 Grad gekoppelt (KNESE, 1949). Am Lebenden ist der Seitneigungsumfang mit im Mittel 4,5 Grad festgestellt worden (DEPREUX und MERTDAGH, 1974). Der menschliche Kopf bedingt durch seine Schwerpunktlage nach KNESE einen nach ventral wirkenden Schub, dem aber die Stellung der Kondylen und die der oberen Atlasgelenkflächen entgegenwirkt.

Der Schwerpunkt liegt nur wenig vor der Stützfläche. Bei einem mittleren Kopfgewicht von 4 kg genügt also eine geringe Muskelkraft, um den Kopf im Gleichgewicht zu halten. Bei geringer Dorsalflexion rückt sogar der Schwerpunkt direkt über die Stützfläche, so daß als stabilisierende Kraft nur 22 % des Kopfgewichtes vermutet werden (SCHULTZ, 1918). Die äußere Projektion des Schwerpunktes des Kopfes liegt direkt über den Occipitalkondylen (HADLEY, 1964), etwa an der Grenze zwischen dem kaudalen Schädeldrittel und den kranial gelegenen Zweidritteln und etwa in Höhe des oberen Ansatzes der Ohrmuschel (WIRSCHING, 1972).

Tabelle 11: Wirkungsweise der die Kopfgelenke bedienenden Muskeln in ungefährer Reihenfolge

Dorsalflexion	Ventralflexion	Lateralflexion	Rotation
M. semisp. cap.	M. longus capitis	M. longissimus	a) Gesicht zur gleichen Seite
M. sternocleido-mastoideus	M. longus colli	M. sternocleido-mastoideus	M. splen. cap.
M. trapezius	M. rect. cap. anterior	M. splenius cap.	M. obliq. cap. infer.
M. splenius cap.	Kiefer- und Halsmuskulatur	M. levator scap.	M. rect. cap. post. maj.
M. rect. cap. post. minor		M. scalenus medius	M. rect. cap. post. min.
M. rect. cap. post. major		M. obliquus cap. sup.	b) Gesicht zur Gegenseite
M. obliquus cap. superior		M. rect. cap. lat.	M. sternocleidomasto.
		M. rect. cap. post. major	M. semispin. cap.
		Mm. intertransversarii post. et. lat.	M. obliq. cap. sup.
			M. trapezius

KNESE 1947

II. 1. MM. SUBOCCIPITALES (DORSALFLEXION)

Passive Dorsalflexion kommt zustande, wenn der Kopf stark in die Höhe und nach hinten genommen wird, so daß das Schwerelot hinter die quere Achse der Articulatio atlanto-occipitalis zu liegen kommt. Die Rückbeugung erfolgt dann rein durch die Schwerkraft.

Eine aktive Rückbeugung des Kopfes kann nach TESTUT (1889) und FICK (1911) von den Mm. recti capitis posteriores majores et minores sowie den Mm. obliqui capitis superiores nur in Verbindung mit der gleichzeitigen Kontraktion der beiden oberen Trapeziuspartien, der beiden Mm. splenii capitis, der beiden Kopf-longissimi und -semispinales stattfinden.

Da die Mm. recti majores et minores etwa 94 N (M. rectus major beidseits) und 61 N (M. rectus minor beidseits), sowie die Mm. obliqui capitis superiores 83 N zu leisten in der Lage sind, und einen Winkel von 82 - 85 Grad, 75 - 80 Grad bzw. 36 - 39 Grad mit der Parallelen zur DH bilden, erscheint uns eine Rückbeugekraft dieser Muskeln von 238 N möglich.

Als Antagonisten der Dorsalreflektoren wirken die Kiefer- und Zungenbeinmuskeln, was von großer Wichtigkeit ist, da eine Öffnung des Mundes ohne synergische Anspannung der Nackenmuskeln nicht möglich ist (MOLLIER, 1929). Bei der Kieferöffnung kommt es außer zum Drehgleiten im Kiefergelenk auch zu einer leichten Dorsalflexion in den Kopfgelenken (KNESE, 1947). Durch diese

Dorsalflexion wandert der Schwerpunkt des Kopfes in eine stabile Gleichgewichtslage. Auf diese Weise wird verhindert, daß der Oberkiefer der Abwärtsbewegung des Unterkiefers folgt.

II.2. MM. SUBOCCIPITALES (LATERALFLEXION)

Alle bei der Dorsalflexion genannten Muskeln wirken bei einseitiger Kontraktion auch drehend und neigend, aber nach der gleichen Seite, nach der die Drehung erfolgt (einseitig innerviert). Da der M. rectus capitis posterior major et minor sowie der M. obliquus capitis superior keine weiteren Halswirbel als Atlas und Axis erfassen, beschränkt sich ihre Wirkung natürlich auf das obere (M. obliquus capitis superior und M. rectus capitis posterior minor) oder auf beide Kopfgelenke (M. rectus capitis posterior major).

Der M. rectus capitis posterior major bewirkt bei einseitiger Kontraktion Streckung, mit der sich beim rechten Muskel eine Drehung im unteren Kopfgelenk nach rechts verbindet, während seine rechts neigende Komponente durch die Gelenkeinrichtungen, die eine gleichgerichtete Neigung und Drehung ausschließen, vernichtet wird, d.h. nicht zu sichtbarer Wirkung kommt.

Der M. rectus capitis posterior minor kann nur Dorsalflexion ausführen, da im oberen Gelenk eine Drehung fast ausgeschlossen, mit

Neigung nach der gleichen Seite aber ganz unmöglich ist (TESTUT, 1889; FICK, 1911; ROUVIÈRE, 1924).

II. 3. MM. SUBOCCIPITALES (ROTATION)

FICK beschreibt, daß sich für die reine Kopfkreiselung nur der M. obliquus capitis inferior und die oberen Zacken des M. obliquus capitis superior eignen. Der M. rectus capitis posterior major et minor als auch der M. obliquus capitis inferior sind in der Lage, bei einseitiger Kontraktion eine Rotation des Kopfes zur gleichen Seite hin auszuführen, während eine Rotation des Kopfes und Neigung nach der entgegengesetzten Seite nur vom M. obliquus capitis superior erfolgen kann.

WINSLOW läßt den suboccipitalen Muskeln außerdem eine Wirkung als Kapselspanner zukommen, die aber wenig wahrscheinlich ist (FICK, 1911).

F. DISKUSSION

Die vorliegenden Untersuchungen zeigen, daß die suboccipitale Muskulatur durch Winkelmessungen in den drei Raumebenen topographisch exakt dargestellt werden kann.

Weiterhin kann durch bekannte Verfahren, Breiten- und Längenmessungen, wie z. B. nach LIPPERT (1958), der Querschnitt und damit die mögliche Kraftentfaltung jedes einzelnen Muskels errechnet werden. Die gefundenen Werte sind jedoch als Schätzwerte aufzufassen, was FICK (1910) schon erwähnt.

Nach bereits erfolgten Untersuchungen der tiefen Nackenmuskulatur bezüglich Variationen, ist der M. rectus capitis posterior major nicht selten in zwei nebeneinander gelegene Abschnitte zerlegt, wobei der laterale schwächer als der mediale ausgebildet ist. Und zwar können sich die beiden Anteile teilweise überlagern, berühren oder durch einen Zwischenraum voneinander abgetrennt sein.

Ein zusätzlicher Muskel kann dorsal den M. rectus capitis posterior major bedecken. Dieser Muskel entspringt vom Processus spinosus C_2 et C_3, sowie vom Ligamentum nuchae.

Diese, nach KNOTT und MECKEL beschriebenen anatomischen Befunde konnten an unserem Untersuchungsgut nicht aufgefunden werden.

Wir konnten feststellen, daß der M. rectus capitis posterior major in zwei Fällen von der Arteria occipitalis durchsetzt war. An

einem weiteren Präparat verliefen der rechte und linke Muskel unter einem etwa 2 mm hohen Knochenfirst, den die Linea nuchae inferior bildete.

EISLER (1912) gibt an, daß der M. rectus capitis posterior minor häufig als zweigeteilter Muskel zu finden ist. Die kleinere Doppelanlage liegt lateral des eigentlichen Muskels. Unsere Untersuchungen ergaben, daß der Muskel in einem Falle einen doppelt so großen Ansatz hatte, wie der linke gleichnamige Muskel. Der Rechte zog in seinem Ansatzgebiet über die Mittellinie hinweg.

EISLER beschreibt weiter, daß ein zusätzliches, medial verlaufendes Muskelbündel gelegentlich vom Axis oder vom Ligamentum nuchae entspringt.

Einmal wurden jederseits drei Muskeln, die vom dorsalen Atlasbogen und dem Ligamentum nuchae bis in Höhe des dritten Halswirbels entsprangen und zur Linae nuchae inferior zogen, beobachtet (an einem Chinesen).

Der M. rectus capitis posterior minor kann auch fehlen.

Wir dagegen fanden in 12,8 % aller Untersuchungen Mm. biventres, die jeweils einen anterioren und posterioren Ursprung hatten.

In der Literatur findet sich auch eine große Variationsbreite des M. obliquus capitis superior.

Gelegentlich ist der Muskel in zwei Schichten zerlegt. Ein kleiner

Muskel kann seitlich des M. obliquus capitis superior von der Massa lateralis atlantis aufwärts ziehen. Er inseriert etwas dorsal des Processus mastoideus und soll dem M. obliquus capitis superior angehören.

KNOTT fand den Muskel 4mal bei 33 Leichen. GRUBER schätzt seine Häufigkeit mit 1 : 5 zu hoch ein. Der Muskel kann band- oder strangförmig, auch spindelförmig oder lang dreiseitig gestaltet sein.

EISLER (1912) sah einen Muskel mittels einer Schaltsehne aus der Atlaszacke des M. longissimus cervicis abziehen und einige Bündel aus dem kranialen Segment des Longissimus capitis inserieren. Sein Nerv stammte aus einem Ast des N. suboccipitalis, der durch den M. obliquus capitis superior hindurch an die Muskelseite zog.

Wir konnten dagegen bei der Untersuchung dieses Muskels keine von der Norm abweichende Verlaufsformen beobachten.

Bei der Präparation des M. obliquus capitis inferior konnten wir in einem Fall feststellen, daß der rechte Muskel von einem Ast des Nervus occipitalis major mitversorgt wurde.

EISLER (1912) gibt an, daß nach DURSY der Muskel sehr selten gedoppelt ist. Eine Abspaltung kann am Seitenrand des M. obliquus capitis inferior zum Processus mastoideus ziehen.

Nach VIRCHOW und KOELLIKER kann beiderseits vom Dens axis ein 7,5 mm dicker Muskel über den Atlasquerfortsatz zum medialen

Rand der Incisura mastoidea ziehen (EISLER, 1912).

Unsere Untersuchungen ergaben, daß in einem weiteren Fall der rechte M. obliquus capitis inferior gegenüber der linken Seite sehr stark ausgebildet war. Das Relief des Schädels war rechts ebenfalls stärker ausgebildet. Dieser Muskel teilte sich 1 - 2 cm vor der Ansatzstelle und setzte breit an der dorsalen Seite des Processus transversus atlantis an.

Eine weitere Variation beschreiben FLESCH und EISLER (1912). Ein dünnes Muskelbündel vom Processus spinosus axis kann transversal über dessen Querfortsatz und dann rechtwinklig zum Querfortsatz des 3. Halswirbels ziehen und sich mit dem tieferen M. intertransversarius dorsalis verbinden.

In sehr vielen anatomischen Darstellungen ist der M. obliquus capitis inferior mit einem sehr steilen Verlauf von seinem Ursprungs- zum Ansatzgebiet eingezeichnet.

Wir erzielten aber bei unseren Untersuchungen, bei genau in der Horizontalebene justierten Kopfpräparaten, einen Winkel von 7 - 9 Grad, den der M. obliquus capitis inferior mit der Transversalebene bildet. An einigen Präparaten fanden wir auch Minuswerte vor, d.h., daß der Muskel zuweilen auch von seinem Ursprungs- zu seinem Ansatzgebiet absteigt.

Was unsere Untersuchungen über die Muskellängen, Muskelbreiten

am Ursprung, Ansatz und Mitte, Winkelmessungen, Ansatz- und Ursprungsflächen, Muskelquerschnitte sowie die mögliche Kraftentfaltung der einzelnen Muskeln anbelangt, so finden sich in der Literatur keine exakten Zahlen, mit denen sich unsere Werte vergleichen lassen.

G. ZUSAMMENFASSUNG

1. M. rectus capitis posterior major

Nach dem Untersuchungsgut ist der Muskel rechts im Mittel 44, 0. links 42, 4 mm lang. Die Grenzwerte liegen zwischen 34, 0 und 57, 5 mm. Der M. rectus capitis posterior major ist am Ursprung rechts im Mittel 11, 6, links 11, 8 mm breit. Die Breite im Mittelbezirk beträgt rechts im Mittel 20, 6, links 21, 5, im Ansatzgebiet rechts 31, 4, links 32, 9 mm. Die entsprechenden Grenzwerte schwanken im Ursprungsbereich zwischen 8, 0 und 20, 0, in der Mittelzone zwischen 23, 0 und 49, 0 mm.

Dieser Muskel hat einen mittleren Querschnitt von rechts 47, 54, links 45, 52 mm^2 und deshalb eine mögliche Kraftentfaltung von 48 N rechts, links 46 N. Die Grenzwerte lagen bei 19, 33 und 76, 66 mm^2.

Das Untersuchungsgut zeigt, daß sowohl die Ursprungsflächen als auch die Ansatzflächen dieses Muskels linksseitig signifikant größer ausgebildet sind. Die Ursprungsfläche umfaßt rechts im Mittel 1, 91, links 2, 17 cm^2 (Signifikanz, $t = 2, 33$). Die Ansatzsehne rechts 6, 36, links 7, 19 cm^2 (Signifikanz, $t = 1, 83$).

Der Muskel bildet mit der DH-Parallelen Winkel von 85, 07° rechts und 82, 03° links. Die Grenzwerte schwanken zwischen 30° und 118°. Mit der Transversalen bildet der M. rectus capitis posterior major einen mittleren Winkel von 42, 8° rechts, links 44, 97°. Die Grenz-

werte schwanken zwischen 23, 5° und 72, 5°. Signifikante Rechts-links-Unterschiede ergaben sich nicht.

2. M. rectus capitis posterior minor

Die Längen- und Breitenmessung des Untersuchungsgutes ergab, daß der Muskel im Mittel rechts 27, 4, links 27, 9 mm lang ist. Die Streuwerte liegen zwischen 16, 0 und 36, 0 mm. An der Ursprungszone ist er rechts im Mittel 8, 8, links 7, 1 mm breit. In der Mittelzone des Muskels beträgt die mittlere Breite rechts 20, 5, links 29, 0 mm. An der Ansatzzone rechts 31, 6, links 29, 0 mm.

Die Ursprungsfläche des Muskels umfaßt rechts im Mittel 1, 84, links 1, 22 cm^2. Die Ansatzzone rechts 7, 12, links 6, 46 cm^2. Was den Ursprung angeht, so liegt eine geringe Signifikanz ($t = -1, 81$) vor.

Der M. rectus capitis posterior minor hat am Untersuchungsgut mittlere Querschnitte von rechts 30, 3, links 30, 08 mm^2. Grenzwerte liegen bei 7. 33 und 61, 33 mm^2. Signifikante Rechts-links-Unterschiede ergaben sich nicht. Die mögliche Kraftentfaltung liegt für den Muskel rechts bei etwa 31 N, links 30 N.

3. M. obliquus capitis superior

Untersuchungen ergaben, daß der M. obliquus capitis superior rechts im Mittel 49,5 links 50,1 mm lang ist. Grenzwerte zwischen 39,0 und 63,0 mm. Die Rechts-links-Unterschiede sind nicht signifikant. Seine Ursprungsbreite beträgt im Mittel rechts 8,2, links 8,1 mm, in der Mittelzone des Muskels rechts und links 16,0, im Ansatzbereich beträgt die mittlere Breite rechts 20,9, links 20 6 mm.

Der M. obliquus capitis superior besitzt am Untersuchungsgut mittlere Querschnitte von 44 mm^2 rechts, 39,4 mm^2 links. Die Grenzwerte liegen bei 24,67 und 67,0 mm^2. Seine mögliche Kraftentfaltung macht deshalb etwa 44 N rechts, links 39 N.

Der Ursprung nimmt rechts eine Fläche von 1,66, links von 1,51 cm^2 ein. Am Ansatz liegt der Flächenwert rechts bei 5,37, links bei 5,86 cm^2.

Der mittlere Winkel, den der M. obliquus capitis superior mit der Transversalebene bildet, beträgt rechts im Mittel 84,83°, links 85,43°. Die Streuungsbreite liegt zwischen 72° und 112°. Mit der Frankfurter Horizontalen (DH) bildet er Winkel von im Mittel 36,53° rechts und 39,27° links. Die Grenzwerte schwanken zwischen 22° und 55°.

4. M. obliquus capitis inferior

Am Untersuchungsgut ist der Muskel im Mittel rechts 50,8, links 51,9 mm lang. Grenzwerte bei 37,0 und 66,0 mm. Die Rechts-links-Unterschiede sind nicht signifikant. An seinem Ursprung ist er rechts im Mittel 16,2, links 18,4 mm breit. In der Mittelzone des Muskels beträgt die Breite rechts 18,6, links 17,7 und im Ansatzbereich rechts 11,2, links 10,7 mm. Die Grenzwerte im Ursprungsbereich schwanken zwischen 10 und 24 mm, in der Mittelzone des Muskels zwischen 13 und 22,5 mm, im Ansatzbereich zwischen 7 und 16 mm.

Der M. obliquus capitis inferior besitzt einen Ursprung von 4,49 cm^2 rechts und 5 92 cm^2 links. Die Ansatzzone umfaßt rechts im Mittel 2,97 cm^2, links 2,54 cm^2. Die linksseitige Ursprungsfläche des Muskels ist signifikant größer als die rechtsseitige ($t = 2,66$). Auch für den Unterschied des Ansatzes ergibt sich eine Signifikanz ($t = -1,93$).

Der M. obliquus capitis inferior hat am Untersuchungsgut mittlere Querschnitte von 112,98 mm^2 rechts und 112,87 mm^2 links. Die Grenzwerte liegen bei 43,0 und 201,33 mm^2. Der Muskel besitzt also rechts eine mögliche Kraftentfaltung von etwa 116 N, links 115 N.

Der Winkel, den der M. obliquus capitis inferior mit der Transversalebene bildet, beträgt rechts im Mittel 9^o, links $7,5^o$, wobei an

einigen Präparaten Minuswerte vorliegen, d.h., bei in der Horizontalebene justiertem Kopfpräparat steigt der Muskel von seinem Ursprungs- zu seinem Ansatzgebiet ab (Minuswerte). Die Grenzwerte betragen -8° bis $+22^{\circ}$. Mit der DH bildet der Muskel Winkel von im Mittel $9,87^{\circ}$ rechts und $7,5^{\circ}$ links. Die Grenzwerte schwanken zwischen 0° und 24°.

H. LITERATUR

BENNINGHOFF, A. — Lehrbuch der Anatomie des Menschen
Bd. 1, 4. Aufl.
Urban & Schwarzenberg: München-Berlin
(1952)

BENNINGHOFF, A.
ROLLHÄUSER, H. — Zur inneren Mechanik des gefiederten Muskels. Pflügers Arch. f. Physiologie
254, 527 - 548 (1951/1952)

BLEICHERT, A. — Allgemeine Muskelphysiologie. In:
Landois-Rosemann, Lehrbuch der Physiologie des Menschen
Bd. 2
Urban & Schwarzenberg: München-Berlin
(1962)

BOWEN, W.P. — Applied anatomy and kinesiology
Lea & Febinger: Philadelphia (1939)

BRAUS, H.
ELZE, C. — Anatomie des Menschen
Bd. 1
Springer: Berlin-Göttingen-Heidelberg
(1964)

BUCHNER, H. — Kritische und experimentelle Studien über den Zusammenhalt des Hüftgelenks während des Lebens in allen normalen Fällen
Arch. f. Anat. u. Physiol., 22-45 (1877)

COHEN, L.A. — Role of eye and neck proprioceptive mechanisms in body orientation and motor coordination.
J. Neurophysiol. 24, 1 (1961)

DEPREUX, R. MESTDAGH, H.	Anatomie fonctionelle de l' articulation sous-occipitale Lille Méd. 19, 112 - 132 (1974)
DURSY	zitiert nach Eisler 1912
EISLER, P.	Die Muskeln des Stammes. In: Bardelebens Handbuch des Menschen Bd. 2, Fischer: Jena (1912)
FENEIS, H.	Über die Anordnung und Bedeutung des Bindegewebes für die Mechanik der Skelettmuskulatur Morphol. Jb. 76, 161 - 202 (1935)
FENEIS, H.	Zur Entfaltung des Skelettmuskels Morphol. Jb. 91, 552 - 567 (1951)
FICK, R.	Handbuch der Anatomie Allgemeine Gelenk- und Muskelmechanik Bd. 2, 1. Abt. Tl. 2, 286 - 362 Fischer: Jena (1910)
FICK, R.	Handbuch der Anatomie Spezielle Gelenk- und Muskelmechanik Bd. 2, 1. Abt. Tl. 3, 113 - 132 Fischer: Jena (1911)
FLESCH	zitiert nach Eisler 1912
GROHMANN, F.W.	Über die Arbeitsleistung der am Ellbogengelenk wirkenden Muskeln Arch. f. Anat. u. Physiol., Anat. Abt. 315 - 328 (1902)
GRUBER, W.	Abhandlungen aus der menschlichen und vergleichenden Anatomie Eggers u. Comp.: Petersburg (1954)

HADLEY, L.A.	Anatomico-roentgenographic sutdies of the spine Thomas: Springfield (Ill.) (1964)
HAUGTON, S.	Principles of animals mechanics, 2. Aufl. Longmans, Green and Co.: London (1873)
KEIDEL, W.D.	Kurzgefaßtes Lehrbuch der Physiologie, 5. Aufl. Thieme: Stuttgart (1979)
KNESE, K.-H.	Kopfgelenk, Kopfhaltung und Kopfbewegung des Menschen Z. f. Anat. u. Entw.-Gesch. 114, 67 - 107 (1949/50)
KNOTT	zitiert nach Eisler 1912
KOELLIKER	zitiert nach Eisler 1912
LANZ, T., v. HENNIG, A.	Die Rollwirkungen des M. iliopsoas und Femurtorsion Z. Anat. 117, 382 - 409 (1953)
LEWIT, K. KRAUSOVA, L.	Messungen von Vor- und Rückbeuge in den Kopfgelenken Fortschr. Röntgenschr. 99, 539 - 543 (1963)
LIPPERT, H.	Untersuchungen am M. rhomboideus Anat. Anz. 106, 291 - 298 (1959)
LIPPERT, H.	Zur Methodik der Muskelquerschnittsmessung Anat. Anz. 106, 299 - 303 (1959)

LONGET, F.A. Sur les troubles qui surviennent dans l'équilibration, la station et la locomotion des animaux, après la section des parties molles de la nuque.
Gaz. Méd. Fr. 13, 565 - 581 (1845)

MECKEL zitiert nach Eisler 1912

MEYER, G.H. Statik und Mechanik des menschlichen Knochengerüstes
Engelmann: Leipzig (1873)

MOLLIER, S. Die Öffnungsbewegung des Mundes
Wilhelm Roux Archiv f. Entw.-Mechanik 119, 531 - 542 (1929)

PFUHL, W. Die gefiederten Muskeln, ihre Form und ihre Wirkungsweise
Z. f. Anat. u. Entw.-Gesch. 106, 749 - 769 (1937)

ROSCHDESTWENSKY, J. Über die Bewegungen im Hüftgelenk und
FICK, R. die Arbeitsleistung der Hüftmuskeln
Arch. f. Anat. u. Physiologie;
Anat. Abt. I., II u. III. Heft 365 - 456 (1913)

ROUVIÈRE, H. Anatomie humaine descriptive et topographique.Tome Premier
Masson et Cie.: Paris (1924)

SCHUMACHER, G.H. Funktionelle Morphologie der Kaumuskulatur
VEB Fischer: Jena (1961)

SCHUMACHER, G.H. Die Kiefermuskeln des Menschen als funktionelles System
Wissensch. Zeitschr. der Uni Rostock 10. Jg., Heft 1, 101 - 113 (1961)

SCHUMACHER, G.H.
WOLFF, E.
Trockengewicht und der physiologische Querschnitt der Skelettmuskulatur
Anat. Anz. 119, 270 - 283 (1966)

SCHULTZ, A.
Anthropologische Untersuchungen an der Schädelbasis
Arch. f. Anthropol. 16, 1 - 55 (1918)

STOFFT, E.
RIBKA, A.
Messungen der aktiven Beweglichkeit menschlicher Wirbelsäulen
Verh. Anat. Ges. 69, 777 - 784 (1975)

STRASSER, H.
Lehrbuch der Muskel- und Gelenkmechanik
Springer: Berlin (1908)

TESTUT, L.
Traité d' anatomie humaine
Tome Premier: Ostéologie, arthrologie, myologie
G. Dois et Cie.: Paris (1889)

VIRCHOW, H.
zitiert nach Eisler 1912

WALDEYER, H.W.
Der Processus retromastoideus
Abhandlungen der königlich preussischen Akademie der Wissenschaften, physik.-math. Classe, Abh. 1
Reimer: Berlin (1909)

WEBER, E.F.
Über die Längenverhältnisse der Fleischfasern der Muskeln im allgemeinen.
Ber. über d. Verh. d. königl.-sächs. Ges. d. Wissensch. zu Leipzig
Math.-physische Classe. 63 - 86
Weidmann' sche Buchhandlung: Leipzig (1851)

WINSLOW — zitiert nach Fick 1911

WIRSCHING, B. — Die prävertebrale und die Zungenbeinmuskulatur
Inaug.-Diss., FU Berlin (1972)

WOODBURY, J.W.
GORDON, A.M.
CONRAD, J.T. — Muscle. In: Physiology and Biophysics
Hrsg. T.C. Ruch und H.D. Patton
Saunders: Philadelphia-London (1966)

Herrn Professor Dr. med. J. Lang danke ich sehr herzlich für die Überlassung des Themas, seine Anregungen und jederzeit freundliche Unterstützung bei der Durchführung meiner Arbeit am Institut.

Herrn Professor Dr. med. K.-A. Bushe habe ich für die Übernahme des Korreferates zu danken.

Herrn Hippeli, dem wissenschaftlichen Zeichner des Anatomischen Instituts, danke ich für die Anfertigung der Zeichnungen sowie Frau Jackowski für die fototechnische Durchführung.

LEBENSLAUF

Am 28.1.1950 wurde ich, Uwe Max Weth, als Sohn des heutigen technischen Angestellten Rudolf Weth und seiner Ehefrau Selma, geb. Storath, in Schweinfurt/Bayern geboren.

Vom September 1956 an besuchte ich die Volksschule in Schonungen bei Schweinfurt und wechselte im September 1961 an das Alexander-von Humboldt-Gymnasium in Schweinfurt über, dessen naturwissenschaftlichen Zweig ich bis zum Abitur am 19. Juni 1971 besuchte.

Vom Wintersemester 1971 bis zum Sommersemester 1973 war ich an der Universität Würzburg für die Fächer Biologie/Chemie (Höheres Lehramt) immatrikuliert.

Nach Erhalt der Zulassung zum Studium der Zahnheilkunde wechselte ich im September 1973 (Wintersemester) zur medizinischen Fakultät über. Die Naturwissenschaftliche Vorprüfung und die Zahnärztliche Vorprüfung legte ich am 2. April 1974 und am 29. Oktober 1975 mit Erfolg ab. Das Staatsexamen beendete ich am 27. Juli 1978 an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg. Die Bestallung als Zahnarzt wurde mir am 9. August 1978 erteilt.

Seit dem 15. September 1978 bin ich als wissenschaftlicher Assistent an der Klinik und Poliklinik für Kieferchirurgie der Universitätsklinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten in Würzburg tätig.

Verheiratet bin ich seit dem 21. Juli 1972 mit der Fremdsprachenkorrespondentin Karin Weth, geb. Schneider.

Uwe Weth